

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. Juli 2004 (22.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/060634 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B29C 47/16**,
47/92, G01B 15/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/014056

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. Dezember 2003 (09.12.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 00 374.6 6. Januar 2003 (06.01.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **WINDMÖLLER & HÖLSCHER KG** [DE/DE];
Münsterstrasse 50, 49525 Lengerich (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KÖNIG, Lothar**
[DE/DE]; Mühlenweg 28, 49492 Westerkappeln (DE).
TROMMELEN, Bartholomeus [DE/DE]; Overdinkel-
strasse 73, 48599 Gronau (DE).

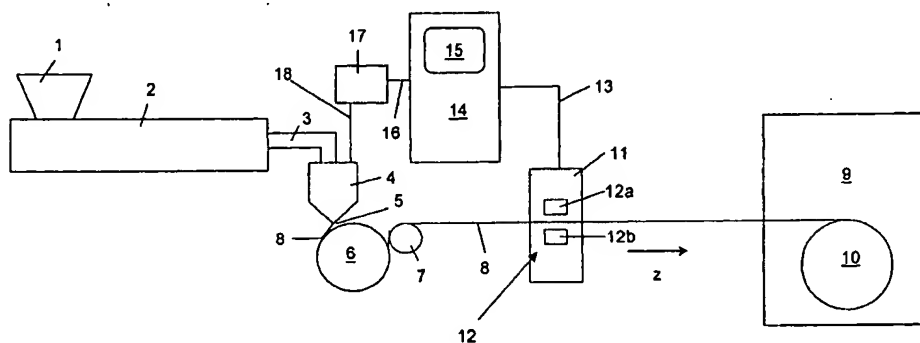
(74) Gemeinsamer Vertreter: **WINDMÖLLER &
HÖLSCHER KG**; Münsterstrasse 50, 49525 Lengerich
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR CONTROL OF THE THICKNESS OF EXTRUDED FILM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR REGELUNG DER DICKE EXTRUDIERTER FOLIE



(57) Abstract: The invention relates to a method for control of the thickness of extruded film (8). The aim of the invention is to reduce the thickness variations of the film more rapidly after starting the extrusion process. The method includes the measurement of the thickness profile of straight extruded film (8), by means of a thickness measuring probe (12), which is moved essentially transverse (x) to the transport direction (z) of the extruded film (8) along the surface (20) thereof and records a thickness profile (P) for the film (8) during each measurement cycle (MZ) over at least a part of the extent of the film (8) transverse (x) to the transport direction (z) thereof. Said method is characterised in that the arithmetical unit (14), during a given period at the beginning of the extrusion process, gives the most recent measured value(s) more weight in preparation of the statistical values compared to the older measured values than is the case during normal operation.

(57) Zusammenfassung: Bei der Erfindung handelt es sich um ein Verfahren zur Regelung der Dicke extrudierter Folie (8). Aufgabe ist es, nach Beginn des Extrusionsprozesses die Dickenabweichungen der Folie schneller zu senken. Das Verfahren umfasst die Messung des Dickenprofils gerade extrudierter Folie (8) mittels einer Dickenmesssonde (12). Diese wird im wesentlichen quer (x) zur Förderrichtung (z) der extrudierten Folie (8) entlang ihrer Oberfläche (20) bewegt und zeichnet pro Messzyklus (MZ) ein Dickenprofil (P) der Folie (8) zumindest über Teile der Ausdehnung der Folie (8) quer (x) zu ihrer Förderrichtung (z) auf. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass die Rechenvorrichtung (14) während eines vorbestimmten Zeitraumes zu Beginn des Extrusionsprozesses den oder die jüngeren Messwerte bei der Bereitstellung der statistischen Werte im Verhältnis zu den älteren Messwerten stärker berücksichtigt als während des Normalbetriebs.

WO 2004/060634 A1

Windmüller & Hölscher KG
Münsterstraße 50
49525 Lengerich/Westfalen

06.01.03

5 Unser Zeichen: 8411 DE

Verfahren zur Regelung der Dicke extrudierter Folie

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Dicke extrudierter Folie.

Derartige Verfahren werden sowohl bei der Flachfolien- als auch bei der Blasfolienextrusion eingesetzt.

15 Sie umfassen bei modernen Extrusionsanlagen in der Regel folgende Verfahrensschritte, welche auch im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegeben sind:

- die Messung des Dickenprofils gerade extrudierter Folie mit Hilfe einer Dickenmesssonde, welche im wesentlichen quer (x) zur Förderrichtung (z) der extrudierten Folie entlang ihrer Oberfläche bewegt wird und pro Messzyklus (MZ) ein Dickenprofil (P) der Folie zumindest über Teile der Ausdehnung der Folie quer (x) zu ihrer Förderrichtung (z) aufzeichnet,
- die Übermittlung der Messwerte an eine Steuereinheit,
- das Speichern der den Dickenprofilen zugrundeliegenden Messwerten in einer Speichervorrichtung,
- 25 - das Bereitstellen statistischer Werte zu der Foliendicke (5) durch eine Rechenvorrichtung (14), wobei die Rechenvorrichtung (14) hierbei Messwerte oder von Messwerten abgeleitete Informationen aus einer bestimmten Anzahl (N) von Messzyklen (MZ) berücksichtigt und
- 30 gegebenenfalls Messwerte aus jüngeren und älteren Messzyklen mit unterschiedlichen Wichtungsfaktoren versieht,
- die Ermittlung der Abweichungen der statistischen Werte zu der Foliendicke von einem Sollwert,

- das Generieren von Steuerbefehlen an Mittel zum Beeinflussen der Foliendicke

Die oben skizzierten Messeinrichtungen sind druckschriftlich bekannt. So zeigt
5 die DE 40 09 982 A1 einen kapazitiven Sensor zur Messung der Dicke der
Wandung eines Folienschlauchs. Es werden jedoch auch anderer
Messprinzipien zur Messung der Foliendicke angewandt. Als brauchbar haben
sich beispielsweise auch die Messung des Transmissionsverhaltens von Beta-,
Gamma-, Röntgen- und Infrarotstrahlung erwiesen. Bei Blasfolienanlagen
10 werden sie in aller Regel um den gerade extrudierten Folienschlauch
herumgeführt. Bei Flachfolienanlagen traversiert der Sensor über die Breite der
extrudierten Flachfolie.

Hierbei dient das Entwickeln statistischer Aussagen zur zeitlichen Entwicklung
15 der Foliendicke durch eine Rechenvorrichtung der Vermeidung eines
Übersteuerns oder Überschwingens der Regelung. Zu diesem Zweck werden
von der Rechenvorrichtung Messwerte einer bestimmten Anzahl von
Messzyklen berücksichtigt. Die statistischen Werte bestehen in der Regel aus
einer Mittelwert- oder Meridianbildung. Es können jedoch auch andere
20 statistische Größen ermittelt werden.

Darüber hinaus ist es möglich, der Recheneinheit, statt der Messwerte selbst,
von den Messwerten abgeleitete Informationen zur Verfügung zu stellen. Diese
von Messwerten abgeleiteten Informationen können statistische Werte sein, die
25 unter Berücksichtigung der neuesten Messwerte aktualisierte statistische Werte
ergeben. So kann beispielsweise eine Mittelwertbildung vorgenommen werden,
indem der Mittelwert aus den letzten n-Messungen der Recheneinheit
zugeführt wird. Die Recheneinheit muss dann nur noch den aktuellen Messwert
bei der Bildung des aktualisierten Mittelwerts berücksichtigen.

30 Von Messwerten abgeleitete Informationen können jedoch auch in
aufgezeichneten „älteren“ Steuerbefehlen bestehen, welche vor dem
Hintergrund aktueller Messwerte angepasst werden.

Bei der Bildung der statistischen Werte werden Messwerte aus einer bestimmten Anzahl von Messzyklen verwendet. Oft werden Messwerte aus einer bestimmten Anzahl von Messzyklen - beispielsweise die N letzten Messzyklen - verwendet. Bleibt man beim Beispiel der Mittelwertbildung so
 5 muss man dann lediglich die Summe über die Messwerte an einer bestimmten Position in x-Richtung bilden und diese durch N teilen um den Mittelwert zu erhalten.

Darüber hinaus ist es möglich, den Beitrag der Messwerte aus unterschiedlichen Messzyklen bei der Bildung der statistischen Werte
 10 unterschiedlich festzulegen. So kann beispielsweise den jüngeren, gerade erst aufgezeichneten Messwerten größeres Gewicht bei der Bildung der statistischen Werte zu gegeben werden als den älteren.

Diese unterschiedliche Wichtung der Messwerte - kurz MW_n - kann mit Hilfe
 15 von Wichtungsfaktoren - hier k_n - durchgeführt werden. Bei einer der Mittelwertbildung ähnlichen statistischen Funktion würde die Summenbildung dann folgendermaßen vonstatten gehen:

$$\Sigma = k_1 MW_1 + k_2 MW_2 + \dots + k_n MW_n$$

20 Bei diesem Beispiel würde diese Summe jedoch nicht bloß durch N, sondern durch die Summe

$$\Sigma = k_1 + k_2 + \dots + k_n$$

geteilt werden, um den dem Mittelwert ähnlichen statistischen Wert zu erhalten. Die durch die Recheneinheit von den Messwerten abgeleiteten Informationen
 25 beziehungsweise statistischen Werte werden einer Steuereinheit zugeführt, welche Mittel zum Beeinflussen der Foliendicke steuert. Die Foliendicke kann auf verschiedene Weise beeinflusst werden. So kann beispielsweise die Breite des Düsenpaltes oder des Düsenringes abschnittsweise variiert werden, um so den Durchfluss der Schmelze an den gewünschten Stellen erhöhen oder
 30 verringern zu können.

Die Steuereinheit kann aber auch die Temperatur der Schmelze über Heiz- und/oder Kühlmittel beeinflussen. Mit der Temperatur kann gezielt die Viskosität der Schmelze gesteuert werden. Ist die Viskosität einer Schmelze an einem Ort höher als an anderen Orten, so kann die Schmelze an diesem Ort stärker „zerfließen“, was eine geringere Foliendicke an diesem Ort zur Folge hat.

Die Dicke der Folie kann ebenso durch stellenweises Recken variiert werden. Hierbei wird die Eigenschaft der Folie ausgenutzt, dass sich die bereits verfestigte, aber noch nicht vollständig erkaltete Folie noch recken lässt. Die stärker gereckten Folienbereiche weisen anschließend eine geringere Dicke auf als die weniger stark gereckten Bereiche. Die zum Recken notwendige Kraft wird häufig durch Blasluft zur Verfügung gestellt. Die Steuereinheit steuert in diesem Fall bereichsweise den Volumenstrom der Blasluft.

Die dargestellten Messverfahren haben sich in der Praxis insbesondere im Dauerbetrieb bewährt. Da in jüngster Zeit jedoch ein Trend zu kleineren Auftragsgrößen und damit zu einer häufigeren Umstellung des Folienmaterials zu verzeichnen ist, wird dem Regelverhalten zu Beginn des Extrusionsprozesses immer größere Bedeutung beigemessen.

Mit Regelverfahren nach dem Stand der Technik wird jedoch während einer nennenswerten Zeitspanne zu Beginn des Extrusionsprozesses Folienmaterial mit inakzeptablen Dickentoleranzen und damit Ausschuss produziert.

Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, nach Beginn des Extrusionsprozesses schneller die Dickenabweichungen der Folie zu senken.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass

- die Rechenvorrichtung (14) während eines vorbestimmten Zeitraumes zu Beginn des Extrusionsprozesses den oder die jüngeren Messwerte bei der Bereitstellung der statistischen Werte im

Verhältnis zu den älteren Messwerten stärker berücksichtigt als während des Normalbetriebs.

- 5 Durch die stärkere Berücksichtigung der jüngeren Messwerte lassen sich die Dickenabweichungen zu Beginn des Messprozesses senken. Die erfindungsgemäße stärkere Berücksichtigung der jüngeren, später aufgenommenen Messwerte lässt sich vorteilhafterweise durch eine Senkung der Anzahl (N) der Messzyklen, aus denen Messwerte berücksichtigt werden
10 und/oder die Änderung der Wichtungsfaktoren (k_n) gegenüber den im Normalbetrieb üblichen Werten erreichen.

Die Beibehaltung der starken Berücksichtigung der jüngeren, gerade gewonnenen Messwerte während des gesamten Betriebes erscheint jedoch unzumutbar, da sie die Regelung zu empfindlich für Schwankungen macht.

- 15 Daher sollten die bereits mehrfach erwähnten statistischen Parameter (N und k_n) im Laufe des Extrusionsprozesses wieder auf die Werte des Normalbetriebs zurückgeführt werden.

- Die dazu notwendige Steigerung der Anzahl der Messzyklen, aus denen Messwerte berücksichtigt werden und/oder die Änderung der
20 Wichtungsfaktoren auf die im Normalbetrieb üblichen Werte erfolgt vorteilhafterweise sukzessive innerhalb einer Mehrzahl von Messzyklen.

Auch eine zur Durchführung der erfindungsgemäßen Verfahren geeignete Vorrichtung ist Gegenstand dieser Anmeldung.

25

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung geht aus den Zeichnungen und der gegenständlichen Beschreibung hervor.

Die einzelnen Figuren zeigen:

30

Fig. 1 Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Herstellen von Folie nach dem erfindungsgemäßen Verfahren.

Fig. 2 Draufsicht auf die Vorrichtung aus Fig. 1

Fig. 1 und Fig. 2 zeigen eine Vorrichtung zum Herstellen von extrudierter Folie. Als Ausgangsmaterial zur Herstellung von Folien wird ein Granulat verwendet, das der Vorrichtung über den Fülltrichter 1 zugeführt wird. Von dort gelangt
 5 dieses in den Extruder 2, in dem das Granulat unter Anwendung von hohen Drücken zum Schmelzen gebracht wird. Diese Schmelze wird über die Leitung 3 der Breitschlitzdüse 4 zugeführt. Die Schmelze wird innerhalb der Breitschlitzdüse 4 im wesentlichen auf deren gesamte Breite verteilt. Durch den
 10 Düsenpalt 5 tritt die Schmelze aus und gelangt auf die Kühlwalze 6. Die Spaltbreite des Düsenpalts 5 kann auf nicht dargestellte Weise abschnittsweise verändert werden. Auf der Kühlwalze verfestigt sich die Schmelze und wird zur Folie 8. Diese Folie 8 umschlingt die Kühlwalze 6 zu einem großen Teil und wird dadurch stark abgekühlt. Über eine Umlenkwalze 7 wird die Folie 8 einer Wickelvorrichtung 9 zugeführt, wo sie zu einem Wickel
 15 aufgewickelt wird.

Die Dicke der Folie 8 wird nach dem Passieren der Umlenkwalze 7 mit einer Dickenmessvorrichtung 11 vermessen. Die Dickenmessvorrichtung 11 umfasst die Dickenmesssonde 12, welche aus einem mit Sender 12a und einem
 20 Empfänger 12b besteht. Die Messwerte werden über eine Datenleitung 13 der Rechen- und Speichereinheit 14 zugeführt. Die Messwerte oder die daraus abgeleiteten Informationen können dem Maschinenbediener über den Monitor 15 zugänglich gemacht werden. Der Monitor 15 kann auch zur Eingabe von Parametern dienen. Gegebenenfalls kann hierzu auch ein anderes, nicht
 25 dargestelltes Eingabegerät verwendet werden. Die Rechen- und Speichereinheit 14 stellt über die Datenleitung 16 der Steuereinheit 17 Informationen zur Steuerung des Mittels zur Beeinflussung der Foliendicke zur Verfügung. Die Steuereinheit 17 ermittelt aus diesen Informationen Steuerbefehle und übermittelt diese über die Steuerleitung 18 an das Mittel zur
 30 Beeinflussung der Foliendicke. In der hier vorgestellten Ausführungsform der Erfindung dienen die Steuerbefehle der Variation der Spaltbreite des Düsenpalts 5.

Aus Fig. 2 ist der effektive Bahnverlauf 19 zu erkennen, den die Messköpfe 12 erzeugen, wenn sie sich mit gleichmäßiger Geschwindigkeit in Richtung (x) quer zur Förderrichtung (z) der Folie 8 bewegen. Zur Ermittlung eines vollständigen Dickenprofils der Folie 8 bewegen sich die Messköpfe 12 bis zu
s den Rändern der Folie 8.

Bezugszeichenliste	
1	Fülltrichter
2	Extruder
3	Leitung
4	Breitschlitzdüse
5	Düsenspalt
6	Kühlwalze
7	Umlenkwalze
8	Folie
9	Wickelvorrichtung
10	Wickel
11	Dickenmessvorrichtung
12	Dickenmesssonde
13	Datenleitung
14	Rechen- und Speichereinheit
15	Monitor
16	Datenleitung
17	Steuereinheit
18	Steuerleitung
19	Effektiver Bahnverlauf
12a	Sender der Dickenmesssonde
12b	Empfänger der Dickenmesssonde
x	Bewegungsrichtung des Messkopfes 11
z	Förderrichtung

Windmüller & Hölscher KG
Münsterstraße 50
49525 Lengerich/Westfalen

5

06.01.03

Unser Zeichen: 8411 DE

Verfahren zur Regelung der Dicke extrudierter Folie

10

Patentansprüche

15

1. Verfahren zur Regelung der Dicke extrudierter Folie, welches folgende Verfahrensmerkmale umfasst:
 - die Messung des Dickenprofils gerade extrudierter Folie (8) mit Hilfe einer Dickenmesssonde (12), welche im wesentlichen quer (x) zur Förderrichtung (z) der extrudierten Folie (8) entlang ihrer Oberfläche bewegt wird und pro Messzyklus (MZ) ein Dickenprofil (P) der Folie (8) zumindest über Teile der Ausdehnung der Folie (8) quer (x) zu ihrer Förderrichtung (z) aufzeichnet,
 - die Übermittlung der Messwerte an eine Steuereinheit (14,15,17)
 - das Speichern der den Dickenprofilen zugrundeliegenden Messwerte in einer Speichervorrichtung (14),
 - das Bereitstellen statistischer Werte zu der Foliendicke (5) durch eine Rechenvorrichtung (14), wobei die Rechenvorrichtung (14) hierbei Messwerte oder von Messwerten abgeleitete Informationen aus einer bestimmten Anzahl (N) von Messzyklen (MZ) berücksichtigt und gegebenenfalls Messwerte aus jüngeren und älteren

- Messzyklen mit unterschiedlichen Wichtungsfaktoren versieht,
- die Ermittlung der Abweichungen der statistischen Werte zu der Foliendicke (5) von einem Sollwert,
- das Generieren von Steuerbefehlen an Mittel zum Beeinflussen der Foliendicke (5)

dadurch gekennzeichnet, dass

die Rechenvorrichtung (14) während eines vorbestimmten Zeitraumes zu Beginn des Extrusionsprozesses den oder die jüngeren Messwerte bei der Bereitstellung der statistischen Werte im Verhältnis zu den älteren Messwerten stärker berücksichtigt als während des Normalbetriebs.

2. Verfahren nach Anspruch 1

dadurch gekennzeichnet, dass

die Rechenvorrichtung (14) während eines vorbestimmten Zeitraumes zu Beginn des Extrusionsprozesses die statistischen Werte ermittelt, indem sie Messwerte oder von Messwerten abgeleitete Informationen aus einer geringeren Anzahl (N) von Messzyklen (MZ) berücksichtigt als während des Normalbetriebs.

3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche

dadurch gekennzeichnet, dass

die Rechenvorrichtung (14) während eines vorbestimmten Zeitraumes zu Beginn des Extrusionsprozesses statistische Werte ermittelt, wobei zumindest ein älterer Messwert mit einem kleineren Wichtungsfaktor versehen wird als im Normalbetrieb.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche

dadurch gekennzeichnet, dass

die Rechenvorrichtung (14) während eines vorbestimmten Zeitraumes zu Beginn des Extrusionsprozesses statistische Werte ermittelt, wobei zumindest ein jüngerer Messwert mit einem größeren Wichtungsfaktor

versehen wird als im Normalbetrieb.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4
dadurch gekennzeichnet, dass

- die Anzahl (N) von Messzyklen (MZ) und/oder
- die Wichtungsfaktoren

nach dem Beginn des Extrusionsprozesses schrittweise an die im Normalbetrieb verwendete Anzahl (N) und/oder die im Normalbetrieb verwendeten Wichtungsfaktoren angenähert werden.

6. Vorrichtung zur Regelung der Dicke extrudierter Folie (8), welche folgende Merkmale aufweist:

- eine Dickenmesssonde (12) zur Messung des Dickenprofils gerade extrudierter Folie (8), welche im wesentlichen quer (x) zur Förderrichtung (z) der extrudierten Folie (8) entlang der Oberfläche der Folie (8) bewegt wird und pro Messzyklus (MZ) ein Dickenprofil (P) der Folie (8) zumindest über Teile der Ausdehnung der Folie (8) quer (x) zu ihrer Förderrichtung (z) aufzeichnet,
- die Übermittlung der Messwerte an eine Steuereinheit (14,15,17),
- eine Speichervorrichtung (14) zur Aufzeichnung von Messwerten und von Messwerten abgeleiteten Informationen,
- eine Rechenvorrichtung (14) zum Bereitstellen statistischer Werte zu der Foliendicke (5) unter Berücksichtigung der Messwerte oder der von Messwerten abgeleiteten Informationen aus einer bestimmten Anzahl (N) von Messzyklen (MZ) und mit der (14) gegebenenfalls Messwerte aus jüngeren und älteren Messzyklen mit unterschiedlichen Wichtungsfaktoren versehen werden können,
- wobei auch die Abweichungen der statistischen Werte zu der Foliendicke (5) von einem Sollwert mit der Recheneinheit (14)

ermittelbar sind,

- eine Vorrichtung (17) zum Generieren von Steuerbefehlen an Mittel zum Beeinflussen der Foliendicke (5)

dadurch gekennzeichnet, dass

mit der Rechenvorrichtung (14) während eines vorbestimmten Zeitraumes zu Beginn des Extrusionsprozesses der oder die jüngeren Messwerte bei der Bereitstellung der statistischen Werte im Verhältnis zu den älteren Messwerten stärker berücksichtigbar sind als während des Normalbetriebs.

Windmüller & Hölscher KG
Münsterstraße 50
49525 Lengerich/Westfalen

06.01.03

5 Unser Zeichen: 8411 DE

Verfahren zur Regelung der Dicke extrudierter Folie

10

Zusammenfassung

Bei der Erfindung handelt es sich um ein Verfahren zur Regelung der Dicke extrudierter Folie (8). Aufgabe ist es, nach Beginn des Extrusionsprozesses die
15 Dickenabweichungen der Folie schneller zu senken.

Das Verfahren umfasst die Messung des Dickenprofils gerade extrudierter Folie (8) mittels einer Dickenmesssonde (12). Diese wird im wesentlichen quer (x) zur Förderrichtung (z) der extrudierten Folie (8) entlang ihrer Oberfläche
20 bewegt und zeichnet pro Messzyklus (MZ) ein Dickenprofil (P) der Folie (8) zumindest über Teile der Ausdehnung der Folie (8) quer (x) zu ihrer Förderrichtung (z) auf.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass
25 die Rechenvorrichtung (14) während eines vorbestimmten Zeitraumes zu Beginn des Extrusionsprozesses den oder die jüngeren Messwerte bei der Bereitstellung der statistischen Werte im Verhältnis zu den älteren Messwerten stärker berücksichtigt als während des Normalbetriebs.

30 (Figur 1)

Fig. 1

